

IBIT | INSTITUT FÜR BILDUNGSTRANSFER

Paper für Expert\*innen

PROF. DR. JAN GROSSARTH-MATICEK

**KREISLAUFWIRTSCHAFT /  
ZIRKULÄRWIRTSCHAFT IM  
BAUWESEN**

Stand 23.02.2023

„Das Werk, einschließlich aller Inhalte, insbesondere Abbildungen, Design, Videos etc., ist urheberrechtlich geschützt (Copyright). Das Nutzungsrecht liegt, soweit nicht anders ausdrücklich gekennzeichnet, bei der Hochschule Biberach. Dieses Skript ist nur für den privaten Gebrauch bestimmt. Wer unerlaubt Inhalte kopiert, verbreitet oder verändert, macht sich gemäß § 106 ff Urhebergesetz (UrhG) strafbar. Er/ Sie wird kostenpflichtig abgemahnt und muss zusätzlich mit Schadensersatz rechnen.“

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>2</b>
<b>Kreislaufwirtschaft / Zirkulärwirtschaft im Bauwesen .....</b>	<b>3</b>
<b>1. Zusammenfassung .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Rohstoffverbrauch und Treibhausgasemissionen.....</b>	<b>4</b>
<b>3. Vom Kreislaufwirtschaftsgesetz zur Zirkulärwirtschaft.....</b>	<b>5</b>
3.1. Abfallrecht I: Kreislaufwirtschaftsgesetz.....	7
3.2. Abfallrecht II: Ersatzbaustoffverordnung.....	7
<b>4. Aspekte der Kreislaufwirtschaft im Bauwesen .....</b>	<b>9</b>
4.1. Definitionen.....	10
4.2. Stoffstrommanagement.....	11
4.3. Circular Design.....	12
4.4. Bauteilbörsen .....	15
4.5. Materialkataster, Materialinventare und Gebäudematerialpässe..	15
4.6. Zirkuläre Stadtplanung .....	17
4.7. Kreislaufgedanke in der Europäischen Bauprodukteverordnung....	18
4.8. Normen für Zirkularität .....	19
4.9. Circularity Indicator .....	20
4.10. Pfad der Bau-Zirkulärwirtschaft in Deutschland .....	21
<b>5. Beispiele für zirkuläres Entwerfen .....</b>	<b>23</b>
<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>26</b>

# KREISLAUFWIRTSCHAFT / ZIRKULÄRWIRTSCHAFT IM BAUWESEN

## 1. ZUSAMMENFASSUNG

Die Entnahme und Verarbeitung mineralischer, metallischer und biogener Ressourcen trägt erheblich zu den globalen **Klimaschäden** bei. Die Summe global entnommener Rohstoffe dürfte sich bis Mitte des Jahrhunderts noch einmal etwa verdoppeln. Ressourcenschonung auf allen Ebenen der Wirtschaft ist notwendig. Die Bauwirtschaft steht zentral im Fokus, da sie die in Deutschland wie weltweit größten Abfallmengen verursacht. Eine Kreislaufführung der Baustoffe als Wertstoffe scheint notwendig. Eine **Fülle von Stellschrauben** kann zu einem sorgsameren Umgang mit den Rohstoffen führen, bis hin zu einer Kreislaufführung von Materialien. Die Maßnahmen reichen von Zertifizierungen und der Etablierung digitaler Baustoffbörsen über strengere abfallrechtliche Vorgaben, auf die Zirkulärwirtschaft hin angepasste und neue Normierungen bis hin zu veränderten Bau-, Planungsprozessen und einem zirkulären Produktdesign. Das Konzept des **Cradle to Cradle** setzt dem Anspruch dauerhafter Kreislaufführung technischer Bauteile das Gedankenmodell einer auf „Kompostierbarkeit“ ausgerichteten Biosphäre entgegen – das wären Baustoffe aus Holzfasern oder Stroh.

## 2. ROHSTOFFVERBRAUCH UND TREIBHAUSGASEMISSIONEN

Eine konsequente Kreislaufführung von Materialien würde dazu beitragen, den Klimawandel zu bremsen. Denn allein auf die **Rohstoff-Ausbeutung und -Verarbeitung** entfallen rund 50 Prozent der globalen Treibhausgasemissionen und sogar mehr als 90 Prozent des Biodiversitätsverlusts (UN EN 2019). Eingerechnet sind dabei allerdings auch die agrarischen und forstwirtschaftlichen Rohstoffe: **Biomasse** – und zudem: **Metalle**, nicht-metallische **Mineralien** wie Steine und Sand, und auch die fossilen Energieträger **Kohle und Erdöl**.

Allein auf die Aufzucht und Entnahme von Biomasse entfallen 17 Prozent der Einflüsse auf den Klimawandel, auf die Metalle 10 Prozent, die Fossilen 16 Prozent und die nicht-metallischen Mineralien 10 Prozent. Statistisch „verbraucht“ jeder Deutsche und jede Deutsche rund **16 Tonnen Rohstoffe jährlich**. Das ist etwa ein Drittel mehr als ein durchschnittlicher Weltbürger.

Weil die inländische Entnahme von Rohstoffen stärker zurückgeht als der Verbrauch, steigt der deutsche Rohstoffimport aus dem Ausland.<sup>1</sup> Diese Tendenz dürfte sich fortsetzen. Das Umweltbundesamt hält einen Rückgang des Rohstoffkonsums in Deutschland bis 2030 um rund ein weiteres Drittel für ein realistisch erreichbares Ziel. Die Kreislaufwirtschaft oder Zirkulärwirtschaft ist ein Weg der Ressourcenschonung.

Allein im Bauwesen entstehen in Deutschland mehr als 80 Millionen Tonnen Abfälle (und zwar ohne den Bodenaushub).<sup>2</sup> Die Vision des Zirkulären Bauens zielt auf tiefgreifende Veränderung in der gesamten Bauwirtschaft. Darüber hinaus bedeutet sie radikal verstanden „ein neues Gesellschafts- und Wirtschaftsmodell, in dem der Mensch seine Rolle als selbstverständlicher **und unterstützender Teil eines größeren Metabolismus** innerhalb geschlossener Materialkreisläufe einnimmt“ (Heisel, Hebel 2021, S. 11).

<sup>1</sup> <https://www.umweltbundesamt.de/themen/umweltbundesamt-veroeffentlicht-ressourcenbericht>

<sup>2</sup> <https://www.umweltbundesamt.de/themen/abfall-ressourcen/abfallwirtschaft/urban-mining/stoffstrommanagement-im-bauwesen#hemmnisse-beseitigen->

### 3. VOM KREISLAUFWIRTSCHAFTS- GESETZ ZUR ZIRKULÄRWIRTSCHAFT

Den Befund einer planetarischen „Kreislaufstörung“ machte bereits **Karl Marx**, der um das Jahr 1860 das Wort vom „Metabolismus“ in dem Zusammenhang mit der beschleunigten Urbanisierung dieser Zeit nutzte (Saito 2017).

Der Gedanke der Kreislaufwirtschaft im Rahmen der marktwirtschaftlichen Ordnung ist nicht neu. Auch ist er seit beinahe 30 Jahren in Deutschland gesetzlich verankert. Seit 1996 ist das **Kreislaufwirtschaftsgesetz** in Kraft. Die Recyclingquoten sind seitdem stark angestiegen, aber die „degradation of matter“ (Nicholas Georgescu-Roegen) – also der Verlust an Materialqualitäten durch Downcycling – ist damit nur leicht gebremst. Eine Wiederverwendung von Baumaterialien oder sogar ein stärker Inwertsetzendes Upcycling von Abbruchmasse, wären weit mehr als die mittlerweile etablierten Materialkreisläufe. Denn meist ist es noch so, dass Abbruchmaterialien energieaufwendig getrennt, sortiert und wenn, dann meist zu deutlich weniger wertvollen Zwecken wiederverwertet werden.

Der höhere Anspruch wird, sich von dem alten Wort Kreislaufwirtschaft gezielt abgrenzend, mit dem englischen Fachterminus *circular economy* zum Ausdruck gebracht. Das dann wieder zurückübersetzt ist **Zirkulärwirtschaft**. Dieses Wort bezeichnet also das Ideal einer Volkswirtschaft (fast) ohne Abfälle. Dieser Gedanke entspricht dem radikalen Verständnis von Bioökonomie.

Das Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) brachte wesentliche Änderungen der Stoffströme. Es läutete das Ende der Hausmülldeponien und einen deutlichen Rückgang des Anwachsens der Bauschuttdeponien ein. Die wesentlich neuen Prinzipien waren die **Produzentenverantwortung** für den Umgang mit Abfällen, **Rücknahmepflichten** für Abfall / Wertstoffe (Grüner Punkt, Duales System). Die Gesetzgebung war damals nicht unumstritten: Als und bevor 1994 das KrWG vom Parlament verabschiedet und 1996 in Kraft trat, sahen Industrieverbände geradezu den Wirtschaftsstandort Deutschland durch die bürokratischen Zumutungen in Gefahr. Der maßgeblich verantwortliche Bundesumweltminister Klaus Töpfer (CDU) sah sich Kritik aus Wirtschaftskreisen ausgesetzt.<sup>3</sup> Diese Befürchtungen bewahrheiteten sich nicht, stattdessen inspirierte die „neue Sicht auf den Abfall“ technische Entwicklungen aus dem Bereich der Umweltingenieurwissenschaften, von Abfallverbrennungsanlagen bis hin zu Trennungs- und Wiederverwertungstechnologien.

<sup>3</sup> Frankfurter Allgemeine Zeitung (1993), Töpfer warnt vor eine Atempause in der Umwelt- und Abfallpolitik, 5.3.1993, S. 15.

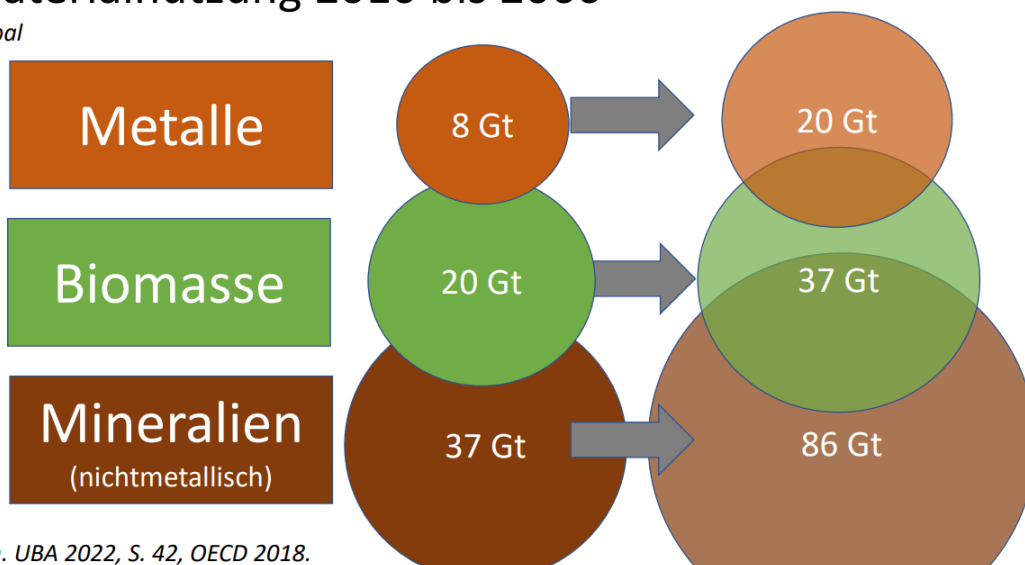
Das KrWG regelt die **Entsorgung von Abfällen auf betrieblicher Ebene**. Seither müssen Wertstoffe vom Verursacher getrennt, gesammelt und sortiert werden. Die Sortierreste, die nicht verwertbar sind, müssen ferner behandelt oder verbrannt werden. Ausnahmen sind etwa tierische Nebenprodukte, Bergbauabfälle, gasförmige Stoffe, Kampfmittel oder Stoffe, die mit Abwässern über Klärwerke in Flüsse (Vorfluter) eingeleitet werden, für die je eigene rechtliche Regelungen gelten.

Mit dem KrWG war Deutschland der Vorreiter für die europäische Rahmengesetzgebung. Es inspirierte europäische Gesetzgebung. Die KrWG-Novelle von 2012 war die Basis für die **EU-Abfallrahmenrichtlinie**. Mittlerweile fallen unter dieses „Dach“ etwa auch die Verpackungsrichtlinie, Elektroaltgeräte richtlinie, Batterierichtlinie, Altfahrzeugrichtlinie, Deponierichtlinie. Nun dürfte auf diesem Weg der Pfad in Richtung Zirkulärwirtschaft ausgebaut werden: Weitere Novellierung des europäischen Abfallrechtsrahmens sollen den Weg von der Kreislaufwirtschaft in die Circular Economy ermöglichen.

Schon die zurückliegende KrWG-Novelle von 2020 setzt einen verstärkten Fokus darauf, die Wiederverwendung von Baustoffen zu etablieren. Neu ist hier etwa die **Pflicht der öffentlichen Hand**, zirkuläre oder biogene Baustoffe zu priorisieren, wie auch die Faktoren Langlebigkeit, Reparatur- und Recyclingfähigkeit zu berücksichtigen, allerdings vorbehaltlich eines vertretbaren Kostenrahmens.<sup>4</sup> Auch schreibt das KrWG für Bau- und Abbruchabfälle vor, dass bundesweit 70 Prozent wieder zu verwenden seien (§14, Abs. 2).

## Materialnutzung 2010 bis 2060

global



JG n. UBA 2022, S. 42, OECD 2018.

<sup>4</sup> [https://www.bpie.eu/wp-content/uploads/2022/07/BPIE\\_Bausteine-einer-Lebenszyklusperspektive-FINAL.pdf](https://www.bpie.eu/wp-content/uploads/2022/07/BPIE_Bausteine-einer-Lebenszyklusperspektive-FINAL.pdf)

### 3.1. Abfallrecht I: Kreislaufwirtschaftsgesetz

Neben den genannten ist der wichtigste Aspekt des Kreislaufwirtschaftsrechts das zentral verankerte Prinzip (§6) der **fünfstufigen Abfallhierarchie**. Es verlangt von Unternehmen in dieser Reihenfolge, je nach Möglichkeit, die

1. Vermeidung
2. Vorbereitung zur Wiederverwertung
3. Das Recycling
4. Die energetische Verwertung, Verfüllung, sonstige Verwertung
5. Die Beseitigung von Abfällen.
- 6.

Das KrWG definiert **Abfälle**, in Abgrenzung von **Reststoffen**, wie folgt:

„Abfälle im Sinne dieses Gesetzes sind alle Stoffe oder Gegenstände, derer sich ihr Besitzer entledigt, entledigen will oder entledigen muss. Abfälle zur Verwertung sind Abfälle, die verwertet werden; Abfälle, die nicht verwertet werden, sind Abfälle zur Beseitigung.“ (§3, 1 KrWG).

Der Unterschied zu Reststoffen ist, dass diese – anders als Abfälle – wieder in die Produktion neuer Güter einfließen. Haben Sie einen relativ hohen Marktwert, sind es **Koppelprodukte**, ist es ein geringer Wert, sind es **Nebenprodukte** der Produktion.

### 3.2. Abfallrecht II: Ersatzbaustoffverordnung

Ab August 2023 ist die Ersatzbaustoffverordnung in Kraft, der eine viele Jahre lange Gesetzgebungshistorie zugrunde liegt. „Gegenstand der Verordnung ist die Regelung mineralischer Ersatzbaustoffe, also von aus Recyclingmaterial, Nebenprodukten oder Abfällen gewonnenen Baustoffen.“<sup>5</sup> Ziele der Verordnung sind:

- **Rechtsunsicherheiten** bzgl. der Verwendung und Verwertung von mineralischen Ersatzbaustoffen für alle Beteiligten **aufzuheben**
- **Bürokratieabbau** bzgl. des Einbaus bzw. der Verwendung von mineralischen Ersatzbaustoffen
- Erhöhung von Wettbewerbschancen bei bundesweiten Bauleistungen und Lieferleistungen durch Aufhebung länderspezifischer Regelungen.

Sie gilt aber nur für den Bau **zu technischen Zwecken** und mineralische Ersatzbaustoffe wie etwa:

<sup>5</sup> <https://ersatzbaustoffverordnung.de/>



- Bodenmaterial der Klassen 0, 0\*, F0\*, F1, F2, F3
- **Baggergut** der Klassen 0, 0\*, F0\*, F1, F2, F3
- Hochofenstückschlacke der Klassen 1, 2
- Kupferhüttenmaterial der Klassen 1, 2
- Steinkohlenflugasche
- **Hausmüllverbrennungasche** der Klassen 1, 2
- **Recyclingbaustoff** der Klassen 1, 2, 3
- **Ziegelmaterial**
- Gleisschotter der Klassen 0, 1, 2, 3

Auch das **Ressourceneffizienzprogramm II** der Bundesregierung nennt als Schwerpunkte für Forschung und Entwicklung auch jene „erstmaliger, großflächiger Umsetzung der Trenn- und Rückgewinnungsverfahren“, von rückbaufreundlichen, trennbaren, sortenreinen Materialklassen und das modulare Bauen.

## 4. ASPEKTE DER KREISLAUFWIRTSCHAFT IM BAUWESEN

Der Kreislauf, der Zirkuläre ist zunächst ein Bild – das Leitbild einer nachhaltigen Wirtschaft. Auch **Kreislaufwirtschaft ist eine Metapher**, wie die Bioökonomie. Aber anders als letztere ist erstere seit Jahrzehnten umweltrechtlich maßgeblich. Das Bild vom Kreislauf ist selbst ein Sinnbild aus dem Bereich des Organischen, des Medizinischen: Es erinnert an den menschlichen Blutkreislauf oder an ökosystemische Stoffkreisläufe.

Circular Economy ist eine Vision, in der Reinform gewiss eine utopische. Denn kann das wirklich gelingen, eine Welt ohne Wegwerfen? Gehört die Produktion von Abfall nicht irgendwie auch zum Menschsein, die Verschwendung zur Lebensfreude – Unvernunft, Unsinn, Ekstase? Macht nicht alles das den modernen Traum vom urbanen Leben aus? Lichter in der Nacht, Beton, Glas, Komfort? Wie lässt es sich in das alltägliche Handeln integrieren, ständig daran zu denken, dass dies doch alles, im planetarischen Sinne, „ungesund“ ist – der Metabolismus von Land und Boden einerseits und Speise- und Lebensort andererseits, in der industrialisierten Zivilisation unheilvoll getrennt? Oder: Wie lässt sich der umweltrechtliche Rahmen so setzen, dass Zirkulärwirtschaft zu vertretbaren Kosten möglich wird? Diese Fragen deuten die Konflikte an, die zirkuläre Planung und Motive des wirtschaftlichen Handelns mit sich bringen dürften – zum Beispiel Fragen der **ethischen Abwägung** zwischen planetarischer Gesundheit, sozialer Teilhabe und privaten oder unternehmerischen Freiheiten.

Als schon viele Jahre maßgebliche Ambition der Umweltpolitik, ist die Zirkulärwirtschaft seit 2019 das Kernstück der europäischen Industriestrategie: Eine Wirtschaft ohne Abfall, also mit geschlossenen Stoffkreisläufen. Der Weg dahin ist im Rahmen des „EU Green Deal“ aufgezeigt im **Aktionsplan Zirkulärwirtschaft** (*circular economy action plan*). In dem Leitdokument des „Grünen Deals“ der Vereinigten Staaten – dem Inflation-Reduction-Act – war das Wort „circular“ bemerkenswerter Weise Anfang 2023 auf 184 Seiten kein einziges Mal enthalten.<sup>6</sup>

Die folgenden Abschnitte fassen wichtige Aspekte der Zirkulärwirtschaft des Bauens zusammen.

<sup>6</sup> <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/12/Inflation-Reduction-Act-Guidebook.pdf>

#### 4.1. Definitionen

Ähnlich wie die Nachhaltigkeit sind die Kreislaufwirtschaft und die Zirkulärwirtschaft **theoretisch vage Begriffe**, die durch ihre in vielen Nuancen wechselhafte Ideen- und Begriffsgeschichte, aber vor allem durch die Praxis der Gesetzgebung und der Abfallwirtschaft konkretisiert wurden:

Die Europäische Union formuliert im Rahmen des „Green Deal“ weitreichende Ansprüche an eine Zirkulärwirtschaft. Im **Aktionsplan Zirkulärwirtschaft der EU-Kommission** heißt es, dieser Plan folge einem

„Modell des **regenerativen Wachstums**, das dem Planeten mehr zurückgibt als es ihm nimmt“,

und dass der

„Ressourcenverbrauch **innerhalb der Belastungsgrenzen des Planeten** bleibt“.

Konkret heißt es im EU-Strategiedokument, dass der „Verbrauch zu senken und [...] Anteil kreislaforientiert verwendeter Materialien in den kommenden zehn Jahren zu verdoppeln“ sei.<sup>7</sup> Zirkulärwirtschaft ist in diesem Sinne durch eine planetarische Perspektive und den Bezug zu den **planetarischen Belastungsgrenzen** (planetary boundaries) definiert, das Konzept das Ende der 2000er Jahre vom Stockholm Resilience Centre entwickelt wurde.<sup>8</sup>

Demgegenüber war der Ansatz des KrWG eher am Anspruch der Vermeidung lokaler und regionaler Müll- und Abfallentsorgungsprobleme orientiert.

Die Umweltorganisation WWF (2020) definiert die Zirkulärwirtschaft als

„regenerative system, driven by **renewable energy** that replaces the current linear ‘take-make-dispose’ industrial model. Materials are instead maintained in the economy, resources are shared, while waste and negative impacts are designed out. A sustainable Circular Economy creates positive environmental and **society-wide benefits** and functions within planetary boundaries, supported by an **alternative growth and consumption narrative.**“<sup>9</sup>

Hier ist die Weitung der Stoffstrombetrachtung auf die „sozialen Nutzen“ der Zirkulärwirtschaft bemerkenswert. In diesem Sinne ist in der Literatur auch manchmal von „sozialer Zirkularität“ die Rede. Dann würde die Zirkulärwirtschaft einen „sozio-technischen Wandel“ bedeuten, was sich etwa in Modellen einer Shared Economy, einem strukturellen Wandel von

<sup>7</sup> [https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9903b325-6388-11ea-b735-01aa75ed71a1.0016.02/DOC\\_1&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9903b325-6388-11ea-b735-01aa75ed71a1.0016.02/DOC_1&format=PDF), S. 2; Fettungen JG

<sup>8</sup> <https://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries.html>

<sup>9</sup> Prakash et al. (2022), Modell Deutschland Circular Economy, Machbarkeitsstudie im Auftrag des WWF Deutschland, Freiburg. <https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/Unternehmen/Machbarkeitsstudie-Modell-Deutschland-CE-Endbericht.pdf>

einem „Konsumkapitalismus“ zu Geschäftsmodellen, die auf Verleih basieren, niederschläge (Hobson 2020). Der Konsument würde damit tendenziell zum Nutzer. Das Konzept erinnert an aus der Informationstechnologie vertraute Software-Geschäftsmodelle.

Vermutlich wäre eben dies ein „alternatives Narrativ“, wie es der WWF verlangt.

Heisel und Hebel (2021, S. 13) definieren ihrerseits die

„Kreislaufwirtschaft als ein sich selbst erholendes und erneuerndes Wirtschaftssystem, dessen **Prämisse der Erhalt des höchstmöglichen Nutz- und Geldwertes seiner Materialien und Produkte** in geschlossenen Stoffkreisläufen ist.“

## 4.2. Stoffstrommanagement

Der messbare Indikator für Fortschritte der Zirkulärwirtschaft sind die Stoffströme einer Volkswirtschaft – beziehungsweise ihre Geschlossenheit. Das **Stoffstrommanagement** ist in Deutschland akademisch etabliert, etwa am Umweltcampus Birkenfeld der Hochschule Trier<sup>10</sup> oder am KIT Karlsruhe<sup>11</sup>, oder auch im betrieblichen Umweltmanagement<sup>12</sup> (DIN EN 14001).

Die Erstellung von **Fließbildern** zur Visualisierung gibt einen ersten Eindruck über die Rohstoffflüsse, die mit der Wirtschaftstätigkeit verbunden sind.<sup>13</sup>

Die Stoffströme im Bauwesen – rund 60 Prozent des gesamten deutschen Abfallaufkommens – sind durch hohes Recycling, aber starke Qualitätsverluste gekennzeichnet. Dazu zählen die Hauptfraktionen Bodenaushub und Schutt, Straßenaufbruchmaterial und übrige Baustellenabfälle, also Gemische aus Steinbruch, Sand, Gipsbruch, EPS-Dämmplattenbruch, Betonbruch, Rohr- und Kabelleitungsreste, Ziegel, Holzbruch und vielem mehr.<sup>14</sup> Die **mehr als 90 Prozent Verwertungsquote** darf nicht darüber täuschen, dass der Großteil „nur“ im Straßenbau wieder eingesetzt wird: „Von den derzeit jährlich anfallenden etwa 52 Millionen Tonnen an Bauschutt, überwiegend aus dem Hochbau, werden zwar knapp 80 Prozent recycelt, von diesen wird aber **nur ein Bruchteil wieder als hochwertiger Betonzuschlagstoff eingesetzt**. Rund 34 Millionen Tonnen an Recycling-Baustoffen (RC-Baustoffen) gelangen jährlich in den Straßenbau,

<sup>10</sup> <https://www.stoffstrom.org/institute/aktuelles/?lang=en>

<sup>11</sup> <https://www.itas.kit.edu/index.php>

<sup>12</sup> <https://www.umweltpakt.bayern.de/management/fachwissen/226/stoffstrommanagement-im-betrieb>

<sup>13</sup> <https://www.ressource-deutschland.de/themen/kreislaufwirtschaft/kreislauffuehrung-im-verarbeitenden-gewerbe/stoffstrommanagement/>

<sup>14</sup> <https://www.umweltbundesamt.de/themen/abfall-ressourcen/abfallwirtschaft/urban-mining/stoffstrommanagement-im-bauwesen#hemmnisse-beseitigen->

aber auch dort nicht vorrangig in Frost- und Tragschichten und damit Anwendungen mit eng definierten Eigenschaften.“ (Ebd.)



Bauschutt am Abbruchort. Foto Grossarth

### 4.3. Circular Design

Die Prinzipien der demontagegerechten Konstruktion (*design for disassembly*) weichen von „konventioneller“ Planung ab, da sich Kosten- und Materialabnutzungskalkulationen hier über längere Zeithorizonte erstrecken müssen (Elbers 2021). Das Produktdesign als Disziplin ist historisch zwar mit **der linearen Ökonomie** entstanden (*take-make-dispose*), versteht Produkte ausdrücklich als *zeitgebunden* und von *begrenzter Lebensdauer*. Die geplante **Obsoleszenz** bezeichnet sogar eine bewusst umgesetzte Strategie der geplanten begrenzten Haltbarkeit von Konsum- und Gebrauchsgegenständen (Moreno et al. 2016).

Auch das historische Bauhaus wird in – oder am Anfang – dieser Tradition gesehen. Es bettete die neuen Möglichkeiten des industriellen Bauens vorrangig in den Kontext der *Sozialen Frage* ein, wie auch kulturell. Der Anspruch der „ökologischen Einbettung“ im Rahmen des Neuen Europäischen Bauhauses der 2020er Jahre beinhaltet nun die Abkehr vom linearen Design und eine Berücksichtigung der Reparatur- und Wiederverwendungsmöglichkeiten.

Circular Design

Die Planung von Prozessen und Produktdesign müssten sich umfassend an dem Ideal der Zirkularität orientieren. Das betrifft **viele Ebenen**, etwa:

- Materialkompositionen
- Materialverbindungen
- Materialhaltbarkeit
- Kommunikation: Zertifizierung, Marketing, Rückbauanleitungen
- Geschäftsmodelle: Verleih statt Verkauf
- Die Stadtplanung (Bebauungspläne, Baugebietnachweise)

Eine Produkt-, Prozessgestaltung und Bauplanung hinsichtlich der Wiederverwertbarkeit ist oft die Voraussetzung für ihr Gelingen. Die amerikanische **Ellen McArthur Stiftung** hat drei Prinzipien für das *Circular Design* formuliert;<sup>15</sup> sie lauten verkürzt:

**Prinzip 1.** Erhaltung und Verbesserung des Naturkapitals, kontrollierter Abbau endlicher Bestände, Ergänzung der Stoffströme durch erneuerbare Ressourcen mit Bedacht.

**Prinzip 2.** Optimierung der Ressourcenerträge. Produkte, Komponenten und Materialien werden jederzeit – sowohl in technischen als auch in biologischen Kreisläufen – mit dem höchsten Nutzen eingesetzt und zirkulieren möglichst lange.

**Prinzip 3.** Verringerung von Schäden für den Menschen (in den Bereichen Nahrung, Mobilität, Unterkunft, Bildung, Gesundheit und Unterhaltung); die Minimierung negativer externer Effekte durch Landnutzung, Luft-, Wasser- und Lärmverschmutzung, Freisetzung toxischer Substanzen und Klimawandel.

Die deutschen Forschungsinstitute **Ökoinstitut, Fraunhofer ISI und FU Berlin** schließlich stellen als wichtigste Merkmale der Zirkulärwirtschaft in einer Auftragsstudie für den WWF unter anderen folgende Kernelemente heraus, die den Prinzipien der McArthur Foundation stark ähneln (Prakash 2022):

- **Ressourcenflüsse verlangsamen**
  - Design von langlebigen Gütern (Multifunktionalität, Haltbarkeit, Modularität, Upgrade-Barkeit)
  - Verlängerung der Produktnutzungsdauer (Reparatur, Wiederaufbereitung);
- **Nutzungsintensität von Produkten intensivieren**
  - Geschäftsmodelle und Praktiken des „Sharing“
  - Leasing

<sup>15</sup> <https://ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview>

- Materialsubstitution durch den Einsatz von **nachwachsenden Rohstoffen**
- Ersatz von Schadstoffen durch nachhaltigere Substanzen
- **Ressourcenkreisläufe schließen** (hochwertiges werkstoffliches Recycling)

Auch das zirkuläre Gebäudedesign folgt diesen Maximen. Eine Zirkulärwirtschaft im Bausektor bedeutete einen drastischen Einschnitt in bisherige Bauprozesse, aber auch Märkte. Im EU-Dokument „Eine **Renovierungswelle für Europa** – umweltfreundlichere Gebäude, mehr Arbeitsplätze und bessere Lebensbedingungen“ der EU-Kommission von 2020 heißt es diesbezüglich etwa:

„In 10 Jahren **werden die Gebäude in Europa ganz anders aussehen als heute**. Sie werden ein Mikrokosmos einer resilienteren, umweltverträglicheren und digitalisierten Gesellschaft sein und einen Teil eines kreislauforientierten Systems bilden, in dem der Energiebedarf, die Entstehung von Abfällen und die Emissionen an allen Punkten minimiert werden und der Bedarf so weit wie möglich durch Weiterverwendung gedeckt wird.“<sup>16</sup>

Dieser Text ist zwar nicht Gesetz, sondern politische Vision. Die politischen Pläne für eine Zirkulärwirtschaft des Bauens bedeuten eine radikale Umkehr vom konsumentengetriebenen, marktwirtschaftlichen System, und sind eine historisch große und anspruchsvolle Planungs-, Koordinations- und Kommunikationsaufgabe. Nicht ohne Grund nannte die Kommissionspräsidentin der EU Ursula von der Leyen (CDU) den „EU Green Deal“ ein Mondlandungsprojekt und bekräftigte 2022:

„Das Projekt bleibt **einer Mondmission vergleichbar**, weil die Ausmaße so gigantisch und die Aufgaben, die wir zu lösen haben, so komplex sind. Und es gilt für einen ganzen Kontinent.“<sup>17</sup>

<sup>16</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:52020DC0662&from=DE>

<sup>17</sup> [https://www.zeit.de/2022/03/ursula-von-der-leyen-atomkraft-eu-taxonomie/seite-3?utm\\_referer=https%3A%2F%2Fwww.google.de%2F](https://www.zeit.de/2022/03/ursula-von-der-leyen-atomkraft-eu-taxonomie/seite-3?utm_referer=https%3A%2F%2Fwww.google.de%2F)

#### 4.4. Bauteilbörsen

Digitale Handelsplattformen wie **Concular**<sup>18</sup> erweitern die bestehenden Bauteilbörsen. Hier werden Gebäudeteile wie Ziegel, Fensterrahmen, Gläser oder Inventar vor Abbruch fotografiert und eingestellt. Eine Handelsplattform ist das Bauteilnetz Deutschland<sup>19</sup>, und auch die Kleinanzeigenplattformen wie **Ebay Kleinanzeigen** sind voll davon. Bauteilbörsen bestehen seit Jahrzehnten. Aber ihre Geschichte beginnt mit dem Handel dekorativ wertvoller oder hochwertiger antiker Bauteile. Seit 1992 besteht als Zusammenschluss der Händler der **Unternehmerverband Historische Baustoffe**. Der fungiert auch als Makler, an den sich Interessenten wenden können – sei es für den Kauf oder Verkauf alter Holzböden, Türen, Ziegel et cetera.<sup>20</sup> Etablierte historische Baustoffhändler mit großen Lagerbeständen gibt es **traditionell in Belgien und den Niederlanden**. Die Verwendung historischer Baustoffe im Neubau oder der Sanierung hat Grenzen in den Energiesparverordnungen, so weiten ältere einfach oder zweifach verglaste Fenster, aber auch alte Ziegel, deutlich schlechtere U-Werte auf als vom Gesetzgeber verlangt (UBA 2015, S. 54), jedoch sind innovative Verwendungen im Innenbereich oder in Kombination mit energetischen nachträglichen Ertüchtigungen möglich.

#### 4.5. Materialkataster, Materialinventare und Gebäudematerialpässe

Die Digitalisierung soll zirkuläres Bauen auf mehreren Ebenen ermöglichen. Informationen über Mengen, Qualitäten, Lagerstätten und Verbindungen von verbauten Materialien sind notwendig. Auf Bundesebene soll ein **Materialkataster** etwa Bauunternehmen verpflichten, diese Informationen für Neubauten vorzuhalten. Städte wie Aachen<sup>21</sup> und Heidelberg<sup>22</sup> gingen seit 2022 mit Pilotprojekten voran. Das Umweltbundesamt hat 2022 eine Pilotstudie „Kartierung des anthropogenen Lagers“ abgeschlossen (UBA 2022) und erarbeitet Indikatoren, die auch geeignet seien, regionale Materialkataster für Regionen und Kommunen zu „füttern“.

**Materialinventare** bezeichnen Verzeichnisse für Einzelbauwerke, **Materialkataster** hingegen für Bauwerksbestände. Letztere sind demnach definiert als

<sup>18</sup> <https://concular.de/>

<sup>19</sup> [www.bauteilnetz.de](http://www.bauteilnetz.de)

<sup>20</sup> <https://www.historische-baustoffe.de/>

<sup>21</sup> [https://www.aachener-zeitung.de/lokales/aachen/aachener-politik-fasst-beschluss-fuer-neue-kita-in-breitbenden\\_aid-83360913](https://www.aachener-zeitung.de/lokales/aachen/aachener-politik-fasst-beschluss-fuer-neue-kita-in-breitbenden_aid-83360913)

<sup>22</sup> [https://www.heidelberg.de/hd/HD/service/23\\_06\\_2022+bergbau+in+der+stadt\\_+heidelberg+wird+europas+erste+kreislauffaehige+kommune.html](https://www.heidelberg.de/hd/HD/service/23_06_2022+bergbau+in+der+stadt_+heidelberg+wird+europas+erste+kreislauffaehige+kommune.html)



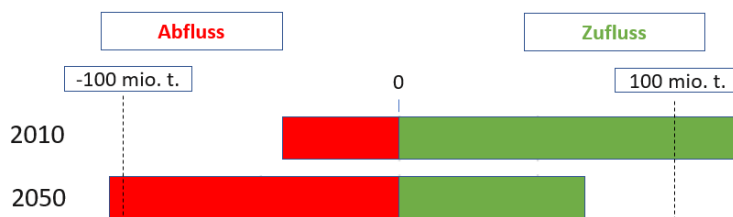
„Instrumente, mit deren Hilfe die Größe und Zusammensetzung von **Materiallagern in Bauwerksbeständen** und deren zeitliche Veränderungen beschrieben werden können. Sie beziehen sich auf Materialmengen und Materialqualitäten in definierten räumlichen Systemgrenzen bzw. Regionen und sind input- sowie output-seitig um rohstoff- und abfallwirtschaftliche Aspekte sowie materialinduzierte Wirkungen (z. B. Graue Emissionen) erweiterbar.“<sup>23</sup>

Baumaterialflüssen finden sich demnach in der **Bautätigkeitsstatistik** oder **Abfallstatistik**. Nötig seien jedoch gebäudetypenbezogene Materialkennziffern; im Kartierungsprojekt des UBA ist der Anspruch, dass sich solche Daten dann

„unmittelbar umrechnen lassen in Rohstoffe (durch Beachtung von Baumaterialrezepturen), Abfallkategorien (durch Zuordnung sowie weitere Differenzierung der Abfallkategorien) und graue Emissionen (durch Einbindung von Ökobilanzdatensätzen).“ (Ebd., S. 26)

## Materialflüsse, Gebäudebestand Deutschland

Zufluss und Abfluss des „anthropogenen Rohstofflagers“



nach UBA 2022, S. 29, Schiller et al 2019.

Nach welchen Bauteilen solche Materialkataster etwa systematisiert sein sollten, erarbeiten derzeit Expertenkommissionen. Ein gegenwärtiger Vorschlag zeigt, dass es dabei längst nicht nur um Baumaterialien im Tragwerk geht; die Liste enthält:

- Gründung, Unterbau, Außenwände, Innenwände, Decken, Dächer
- Abwasser-, Wasser-, Gasanlagen
- Wärmeversorgungsanlagen, Wärmeerzeugungsanlagen, Wärmeverteilnetze
- Raumlufttechnische Anlagen, Lüftungsanlagen, Klimaanlage, Kälteanlagen

- Elektrische Anlagen, Eigenstromversorgungsanlagen, Kommunikations-, sicherheits- und informationstechnische Anlagen (UBA 2022, S. 69)

**Gebäudematerialpässe** geben in Form einer App Auskunft über in einem Gebäude verbaute Materialien, ihre Ausbaufähigkeit und auch den Materialwert einer Immobilie. **Madaster** ist das bekannte Beispiel.<sup>24</sup> Die App hält nach Erfassung der relevanten verbauten Materialien etwa auch Informationen über den Geldwert dieser Baustoffe, die Toxizität oder das Wiederverwendungspotenzial bereit. Es wird aktuell in zahlreichen Leuchtturmprojekten des zirkulären Bauens eingesetzt.

#### 4.6. Zirkuläre Stadtplanung

Materialeinsparungen lassen sich im Rahmen einer freien Wirtschaftsordnung nicht unabhängig von Nachfrageänderungen nach ressourcensparenden Bauprodukten oder Bauwerken erzielen. Wenn die ausbleibt, kommt das Projekt der Zirkulärwirtschaft nicht entscheidend voran. Der Stadtplanung kommt daher eine große Rolle zu, weil sie die rechtlichen Befugnisse hat und größten „Impact“, um unabhängig von der Nachfrage nach **Wohnraumtypen** auf materialschonendes Bauen hinzuwirken (Weidner, Bechmann, Sobek 2022).

Das geschieht über **Kriterien für Bebauung**. Im Vergleich der Bebauungstypen Einfamilienhaus, vier- und sechsgeschossiges Mehrfamilienhaus und 20- oder 40-geschossiges Wohnhochhaus ergeben sich deutliche Unterschiede. Die Ressourcenbilanz je Quadratmeter Bruttogeschossfläche des 6-etagigen Wohnblocks im urbanen Raum ist den anderen Wohnbebauungstypen dabei deutlich überlegen – inklusive der hier eingerechneten notwendigen Straßeninfrastruktur zur Erschließung:

<sup>24</sup> <https://madaster.de/>

## Ressourcenverbrauch unterschiedlicher Bautypen und Siedlungsdichten

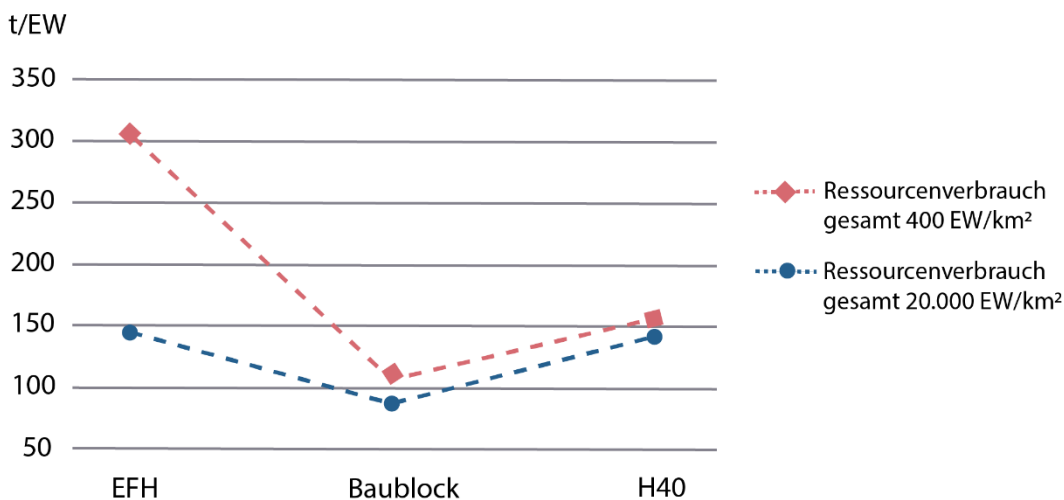


Abbildung 1 Der Baublock mit 6 Etagen braucht am wenigsten Ressourcen. (HBC nach Weidner et al. 2022.)

Über eine „radikale Optimierung der Stahlbetonstruktur“ lässt sich die Graue Energie auch für den Hochhausbau erheblich verringern. **Mineralische Hohlkörperdecken** reduzieren den Verbrauch von Beton und auch Bewehrungsstahl, was zu Einsparungen von 52 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalenten je Quadratmeter Bruttogeschossfläche führt (ebd.). Die Verwendung von **Recyclingbeton** ist ein weiterer Weg, wie auch CO<sub>2</sub>-reduzierter Zement, CO<sub>2</sub>-optimierter Bewehrungsstahl und der teilweise Einsatz von Holz.

### 4.7. Kreislaufgedanke in der Europäischen Bauprodukteverordnung

Seit 2013 in Kraft, enthält die Europäische Bauprodukteverordnung<sup>25</sup> bereits im Grundsatz – wenn auch gewiss nicht in der visionären Radikalität der Green-Deal-Texte – den Gedanken des „circular designs“ von Baumaterialien. Laut Anhang I zählt zu den Grundanforderungen, die Bauwerke zu erfüllen haben, neben der Gewährleistung der Standsicherheit, dem Gesundheits- und Umweltschutz auch die nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen, denn

„das Bauwerk muss derart entworfen, errichtet und abgerissen werden, **dass die natürlichen Ressourcen nachhaltig genutzt werden**“ (Punkt 7, Anhang I).

Kreislaufgedanke in der Europäischen Bauprodukteverordnung

<sup>25</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=celex%3A32011R0305>

Insbesondere muss dafür laut Verordnung Folgendes gewährleistet werden<sup>26</sup>:

1. Das Bauwerk, seine Baustoffe und Teile müssen nach dem Abriss wiederverwendet oder recycelt werden können.
2. Das Bauwerk muss dauerhaft sein.
3. Für das Bauwerk müssen umweltverträgliche Rohstoffe und Sekundärbaustoffe verwendet werden.

#### 4.8. Normen für Zirkularität

Das sehr umfangreiche bestehende Regelwerk der Normierung wird um **Zirkularitätsnormen oder -ergänzungen** erweitert. Das betrifft verschiedene Typen von Normen: Sicherheits- und Qualitätsnormen, Verfahrensnormen, Maß- und Verständigungsnormen, Planungsnormen, Stoff- oder nicht zuletzt Dienstleistungsnormen.

Seit 2021 wird etwa die DIN EN 15978-1 (Nachhaltigkeit von Bauwerken) überarbeitet und ergänzt um eine Methodik zur Bewertung der „Umweltqualität“ von Gebäuden auf Basis der **Ökobilanz**. Das DIN-Institut gibt einen umfangreichen Überblick über aktuelle Bestrebungen, auf diesem Weg der Zirkulärwirtschaft näher zu kommen.<sup>27</sup> Aufgeführt sind Normen bezüglich etwa der Lebenslaufakte für technische Anlagen, Materialeffizienz für energieverbrauchsrelevante Produkte, Messung von Zirkularität, Nachverfolgbarkeit von Lieferketten, Rahmenbedingungen und Grundsätze für die Umsetzung zirkulären Wirtschaftens, Umweltbewusstes Design, Kreislaufführung von Materialien bei Design und Entwicklung, Zirkuläre Geschäftsmodelle und Wertschöpfungsketten.

Grundsätzlich heißt es auf den Überblickseiten des DIN:

„Nachhaltige Lösungsansätze zur Verringerung des Ressourcenbedarfs, aber auch der **geschlossenen Materialkreisläufe** rücken damit verstärkt in den Fokus. Maßgebende Ziele sind eine Reduktion des Rohstoffeinsatzes beim Neubau, eine längere Lebens- / Nutzungsdauer, eine Verlängerung der Lebensdauer durch nachhaltige Nutzung und Ertüchtigung der bestehenden Bausubstanz sowie die Wiederverwendung der beim Umbau und Abbruch gewonnenen Bauteile und Materialien. Es besteht die Herausforderung, dass Anforderungen oder zukünftige Normen zur Stärkung der Circular Economy **nur schwer in bestehende Normstrukturen integrierbar sind**. Parallele Normstrukturen führen

<sup>26</sup> Vgl. <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0757.pdf>

<sup>27</sup> <https://www.din.de/de/forschung-und-innovation/themen/circular-economy/anwenden/circular-economy>

zu einem erhöhten Aufwand und mindern die Akzeptanz des Gesamtanliegens.<sup>28</sup>“

Damit ist die Konfliktlage treffend beschrieben, denn historisch gewordene Brandschutz- oder Statik-Normen lassen sich etwa nicht so einfach zugunsten der Zirkularität abschwächen; in den entsprechenden Ausschüssen sitzen entsprechende Fachleute mit anderem Fachfokus, auch gelten hier entsprechende gesetzliche Regelungen, die sich durch die Normierung natürlich nicht aushebeln lassen.

Im Rahmen verschiedener Neudefinitionen sollen etwa **standardisierte Eigenschaften** festgelegt werden für:<sup>29</sup>

- **selektive Demontierbarkeit** (einfache Demontage, anspruchsvolle Demontage, schwierige Demontage)
- empfohlene Verfahren der **Wiederverwendbarkeits-Prüfung** (Sichtprüfung, Wiederholungen der normierten Prüfverfahren, Ausschlusskriterien für Wiederverwendbarkeit)
- **Kreislauffähigkeit von Bauprodukten** (Standardrecycling, Herstellerrücknahme, Deponierung oder Beseitigung)
- **Rezyklat-Anteil**, Grenzwerte für eine Klassifizierung (etwa 0-30, 30-80, 80-100 Prozent)
- Dauerhaftigkeitsklassen (etwa für Bauteile im Rohbau kleiner als 20 Jahre, 20-50 Jahre, mehr als 50 Jahre)

#### 4.9. Circularity Indicator

Zur Messbarkeit der Zirkulierbarkeit auch von Baustoffen wurde der **Material Circularity Indicator** (MCI) von der amerikanischen Ellen MacArthur Foundation entwickelt. Er bewertet das Produkt mit einer Kennziffer zwischen 0 und 1, wobei Informationen wie der Rezyklatanteil, Wiedernutzungsoptionen und die Lebensdauer in den Wert einfließen. Die Berechnungsmethodik ist anspruchsvoll, eignet sich für Unternehmen, wird auf den Seiten der Stiftung Schritt für Schritt erläutert.<sup>30</sup> Der Indikator wurde 2023 überarbeitet, um Fragen der Anteile nachwachsender Rohstoffe und derer Vermischung mit mineralischen Rohstoffen angemessener als zuvor zu berücksichtigen.

Circularity Indicator

<sup>28</sup> DIN 2023, ebd., S. 158ff.

<sup>29</sup> Ebd.

<sup>30</sup> <https://ellenmacarthurfoundation.org/material-circularity-indicator>

#### 4.10. Pfad der Bau-Zirkulärwirtschaft in Deutschland

Ökoinstitut, Fraunhofer ISI und FU Berlin haben für den WWF auch Maßnahmen, die die Zirkularität des Hochbaus erhöhen können, identifiziert und bewertet (Prakash 2022, S. 64ff.). Hier wurden etwa folgende identifiziert und in umfassenden Bewertungs-Matrizen hinsichtlich Werten wie technologischer Reife, Zielkonflikte und unternehmerischer Umsetzbarkeit (meist positiv) bewertet:

- Reduktion des Wohn- und Büroraumes pro Kopf
- Demontageplanung, Verwendung standardisierter Bauelemente
- Verlängerte Gebäudelebensdauer
- Lokale Rohstoffbeschaffung (Steine)
- Rücknahmesysteme
- Erhöhte RC-Anteile

Zusammenfassend heißt es, die Zirkularitätsmaßnahmen für den **Hochbau** hätten „fast alle ein großes Umweltentlastungspotenzial“, wobei Kosteneinsparungen und Preisreduktionen vor allem bei einer **Reduktion des Wohn- und Büroraums** zu erwarten seien – die aber, in Verbindung mit den Wohnflächenpreisen für Miete oder Kauf – auch die größten gesellschaftlichen Akzeptanzfragen aufwirft –, wie auch durch die Etablierung von **Rücknahmesystemen für Dämmstoffe**. Aus Sicht der Unternehmen seien jedoch bei „allen anderen“ Maßnahmen „mäßige“ bis „hohe“ Kostensteigerungen zu erwarten. Einschränkend heißt es hier aber auch, die Datenlage bezüglich der untersuchten Fragen sei „insgesamt mittelmäßig bis schlecht“ und verfügbare Daten basierten oft nur auf Fallstudien: „Eine Extrapolation der Daten auf die deutsche Bauwirtschaft erweist sich teilweise als schwierig.“

Für den **Tiefbau** sind die

- Reduktion der Baustahlmassen, etwa des Betons durch schlankeres Design
- alternative Zementbindemittel

genannt: „Alle Maßnahmen versprechen signifikante Umweltentlastungspotenziale.“ Materialeinsparungen seien hier *Win-Win*, da sie zu Kostensenkungen für Unternehmen und Preissenkungen führten. Allein vom Einsatz des alternativ hergestellten „*Celitement*“ (KIT Karlsruhe) verspreche eine Reduktion des Treibhausgaspotenzials in diesem Bereich von bis zu 50 Prozent, jedoch sei er dreifach so teuer wie gebräuchliche Zemente.<sup>31</sup>

Grobe Überblicksstudien wie diese täuschen aber auch über die vielen Fallstricke in der konkreten Umsetzung hinweg. Elbers (2021) nennt solche etwa bezogen der ressourcenschonenden Planung von Tragwerken. Die **Wiederverwertung von Tragelementen** sei erschwert vor allem durch die

<sup>31</sup> <https://celitement.de/>

notwendigen **Eignungsprüfungen**, die sich nur bei vorhandener ausreichender Stückzahl rentieren könne. Aber auch hier können digitale Plattformen Materialmengen erfassen und Nachfrage bündeln. In diesem Sinne kooperiert Madaster etwa mit dem internationalen Bauingenieurbüro Arup.

Womöglich können Material-Mehrverbrauche im Tragwerksbereich sogar lohnenswert sein, da sie die Wiederverwendbarkeit erhöhen: „Für das Tragwerk kann ein System ohne Verbundsysteme zwar zu **größeren Querschnitten und damit zu mehr Ressourcenverbrauch** führen, gleichzeitig wird die zukünftige Rezyklierbarkeit gewährleistet.“

An **Rücknahmesystemen für einzelne Baustoffe** wird ebenfalls gearbeitet, ihre Bedingungen zunächst wissenschaftlich erforscht. Ein Beispiel ist der **Porenbeton** als ein Nischensegment des Betonmarktes. In einer Pilotstudie mit dem Entsorgungsunternehmen Otto Dörner GmbH aus Hamburg und dem Porenbetonhersteller von Ytong (Xella) war die Forschungsfrage, wie und in welchen Mengen sich Porenbetonreste aus Abbruchhäusern oder sogar von Bauschuttdeponien für die Wiederverwendung als Porenbeton eignen. Durch eine Kombination etablierter und innovativer **Trennverfahren** wie Metallabscheidung, Windsichtung, Sink-Schwimm-Trennung, manuelle Nachsortierung, Vorzerkleinerung im Brecher und Sieben für festgelegte Körnungsbänder war, so das Ergebnis, die Sortenreinheit für die angestrebte Wiederverwertung „ausreichend“ – so aufbereiteter Altporenbeton kann zumindest zu bis zu 15 % in der Produktion eingesetzt werden (Kreft 2016).

Die geringe Prozentzahl erklärt sich auch aus den „oft sehr heterogene Abbruchmassen“ und etwa hohen Verunreinigungen durch Bitumenreste aus Dachabdichtungen, damit sie sich signifikant erhöht, stellt **„Sortenreinheit die entscheidende Voraussetzung dar“** (ebd). Ferner führten im Bruchmaterial enthaltene Nägel, Schrauben und Dübel zu Produktionsschäden. Und auch Reste von Fliesen, Keramik, Korrosionsschutzmitteln, Gips, Putz und Polystyrol trennen die Praxis vom Ziel der Zirkulärwirtschaft – denn aus „prozess- und materialtechnischer Sicht ist die Produktion von hochwertigen Porenbetonsteinen mit Recycling-Splitt aus Altporenbeton bereits heute problemlos möglich.“ (Ebd.)

## 5. BEISPIELE FÜR ZIRKULÄRES ENTWERFEN

Jenseits der Theorie und der vielschichtigen juristischen, statistischen und Normierungsfragen der Zirkulärwirtschaft, gibt es eine Reihe von bemerkenswerten Entwürfen und Bauwerken, die sich der Idee des Upcyclings verpflichtet haben. Die Bandbreite soll anhand von drei sehr unterschiedlichen Beispielen angedeutet sein:

Im amerikanischen Hank Louis (Utah) wurden die **Wohn-Tiny-Houses „Whitehorse“** im Jahr 2000 als Studentenprojekt zu 90 Prozent aus Gebrauchtmaterialien errichtet, darunter aus Telefonmasten als Pfahl-Erhöhung, unter der Wüsten-Flugsand hindurchwehen kann, oder aus Bahnschwellen, ausgemusterten Stadionbänken, Altholz verschiedener Herkünfte, aus alten Schiffspalletten (Edwards 2017).

Im indischen **Maharashtra ist das Collage House** von Shilpa Gore-Shah und Pinkish Shah mit Fassaden aus Altmetall, Steinfliesen und Rohrstücken errichtet und das Fensterglas aus Altglas, die Materialien wurden von Abfallhändlern aus dem Slum Dharavi erworben; auch Stuhlbezüge sind aus Textilabfällen gemacht, Innenwände aus Rohrstücken von Schrottplätzen. Die Architekten werden mit einer kritischen Aussage zur Ökobilanzierung zitiert (ebd.):

„Mit einer gewissen Sorge beobachten wir, dass Nachhaltigkeit beim Bauen mehr und mehr auf Grundlage eines Punktesystems bewertet wurde. Es ging nur noch darum, umweltfreundliche Häuser aus entsprechenden Materialien zu bauen. Leider war das Ergebnis oft erschreckend banal und seelenlos.“

Das Bürohaus **The Cradle** in Düsseldorf des Architekten Thomas Götzen wurde 2022 in Holz-Hybridbauweise konsequent nach Cradle-to-Cradle-Maßstäben errichtet und entsprechend zertifiziert. Es steht auf wiederverwendbaren V-Betonstützen; für den Bau wurden ausschließlich C2C-zertifizierte Materialien verwendet. Im Tragwerk ist RC-Beton verarbeitet, das Holz ist regional, sämtliche Bauteile sind digital im Madaster-Gebäudepass hinterlegt, mittels der Programmierung eines digitalen Zwillings im BIM-System in der Planungsphase wurde beim Bau konsequent die graue Energie minimiert.<sup>32</sup>

### C2C-Zertifizierungen

Die zentrale Idee ist hier eine strikte gedankliche Trennung zweier Kreisläufe **Technosphäre und Biosphäre** (Braungart, McDonough 2002).

<sup>32</sup> <https://www.handelsblatt.com/unternehmen/mittelstand/familienunternehmer/thomas-goetzen-bauen-ohne-abfall-so-errichtet-interboden-ein-recycling-buerogebaeude/28239178.html>



Das auf diesem Gedanken aufbauende privatwirtschaftliche Zertifikat der EPEA GmbH geht auf die Arbeiten ihres Gründers Michael Braungart zurück; die EPEA wurde 2019 an das Bauunternehmen **Drees & Sommer** verkauft.<sup>33</sup> Parallel dazu besteht die C2C-NGO, die etwa ganze Kommunen in der Umsetzung von C2C-Modellen berät.<sup>34</sup>

C2C ist vor allem, auch international, sehr bekannt durch die populären Schriften Braungarts und ist durch Braungarts Popularität geradezu zu einem Lifestyle-Label avanciert. Seine Trennschärfe zu anderen Gebäude-Nachhaltigkeitszertifikaten erklärt sich durch die konsequente Ausrichtung auf Zirkularität, die sich durch die auch gelegentlich polemischen, jedenfalls sehr pointierten Äußerungen Braungarts über die Nachhaltigkeits-Expertenwelt und der Öko-zertifizierten Lebensmittelwirtschaft erklärt: erstere, sagt er sinngemäß, optimierten das Verkehrte, und letztere seien quasi-religiöse Glaubenssysteme, die ihre Energie aus Schuldzuweisungen bezögen, der Mensch sei schädlich für die Natur. Dabei, so Braungart, könne Technik die Umweltqualität sogar verbessern.

Das ist der hohe Anspruch der C2C-Zertifizierung. EPEA zertifizierte schon zahlreiche Bauprodukte<sup>35</sup>. Drei Kernkriterien sind für die Zertifizierung bedeutend:

- Wiederverwendung oder Wiederverwendbarkeit der Materialien
- Demontierbarkeit
- Definierter Nutzungspfad über den Lebenszyklus des Produktes hinaus

Zentral sind die verwendeten **Montagesysteme**, denn sie entscheiden über Trennbarkeit. Das Schnellmontagesystem Würth Varifix® ist ein Beispiel für ein zertifiziertes System (Kübler 2021).

In der Ortschaft Buch in Bayern wurde 2015 eines der ersten Einfamilienhäuser C2C-zertifiziert. Dessen „Geschichte“ lautete: „Ein Haus wie ein Baum.“<sup>36</sup> Die Sprache der Bewertungskataloge unterscheidet sich sehr von denen anderer Nachhaltigkeits-Zertifizierer. Sie hebt auch auf ästhetische Werte ab. Im konkreten Beispiel ist etwa von „schön“ oder „gesund“ die Rede. So lauten die Kriterien für die Fassade des bayerischen Hauses etwa<sup>37</sup>:

<sup>33</sup> <https://www.dreso.com/de/dreso/nachhaltig/cradle-to-cradle>

<sup>34</sup> <https://c2c-bau.org/impressum/>

<sup>35</sup> <https://epea.com/leistungen/industrieprodukte/bauen-und-moebel> oder <https://c2ccertified.org/certified-products-and-materials>

<sup>36</sup> [sinnen-wandel.de](https://sinnen-wandel.de)

<sup>37</sup> [c2cbuildings.net](https://c2cbuildings.net)

- *Positive Impact*
  - **beautiful** weathering and aging
  - no maintenance needed
  - FSC certified wood actively supports **biodiversity in the forests**
- *Benefits*
  - no maintenance needed
  - no painting etc.
- *Used Materials*
  - FSC certified larch
  - local production

Oder für die Dämmung:

- *Positive Impact*
  - **healthy** insulation material
  - all from wood

Durch die bemerkenswerte Bildlichkeit der Sprache versteckt die Cradle-to-Cradle-Zertifizierung eine lebendige Freude am Gelingen und Nachmachen nicht. Eine solche Sprache schiene demgegenüber im Vokabular des Abfallrechtes und im ingenieurmäßigen Blick auf planetare Stoffströme und deren „Management“ deplatziert.

Aber schon beim Technikethiker **Hans Jonas**, der sich auch 1979 mit dem Problem der schwindenden Ressourcen befasst, deutet sich der Gedanke an, dass bürokratische Normerfüllung nicht menschliche Verantwortung im Nahbereich ersetzen könne. Ein Verantwortungsgefühl aber entfaltet sich für Jonas (1979, S. 166) im Bewusstsein des – Vergänglichen. Das Konzept C2C weckt nicht die Illusion, Baustoffkreisläufe könnten ewig geschlossen bleiben, aber setzt den Fokus auf eine gedankliche Trennung vergänglich-kurzlebiger und technisch-langlebiger Stoffkreisläufe.

# LITERATURVERZEICHNIS

**Edwards, A. (2017)**, Upcycled Homes: Einzigartig, innovativ & nachhaltig wohnen, München.

**Elbers, U. (2022)**, Ressourcenschonendes Bauen – Wege und Strategien der Tragwerksplanung, Bautechnik, 99.1, S. 57-64.

**Heisel, F.; Hebel, D. (2021)** (Hg.) Urban mining und kreislaufgerechtes Bauen. Fraunhofer IRB.

**Hobson, K. (2020)**, Small stories of closing loops': social circularity and the everyday circular economy, Climatic Change 163.1, S. 99-116.

**Jonas, H. (1979)**, Der Prinzip Verantwortung. Frankfurt.

**Kreft, O. (2017)**, Sulfathaltiger Porenbeton: Ein umweltfreundlicher, langlebiger und recyclingfähiger Baustoff, Mauerwerk 21.5, S. 287-296.

**Kübler, S. et al. (2021)**, Erarbeitung eines Rücknahmesystems am Beispiel des Cradle to Cradle® zertifizierten Würth Varifix® Schnellmontagesystems, Nachhaltiger Konsum: Best Practices aus Wissenschaft, Unternehmenspraxis, Gesellschaft, Verwaltung und Politik, S. 443-454.

**McDonough, W.; Braungart, M.(2002)**, Cradle to cradle, McGraw-Hill.

**Moreno, M. et al. (2016)**, A conceptual framework for circular design, Sustainability, 8.9 S. 937ff.

**Prakash, S. et al. (2022)**, Machbarkeitsstudie Modell Deutschland Circular Economy.

**Saito, K. (2016)**, Natur gegen Kapital: Marx' Ökologie in seiner unvollendeten Kritik des Kapitalismus. Campus.

**UBA (2015)**, Instrumente zur Wiederverwendung von Bauteilen und hochwertigen Verwertung von Baustoffen.

**UN EN (2019)**, Global Ressource Report, Online abrufbar unter :  
<https://www.resourcepanel.org/reports/global-resources-outlook>.

**Weidner, S.; Bechmann, R.; Sobek, W. (2022)**, Ressourcenminimierung im urbanen Kontext, Mauerwerk 26.4, S. 152-160.

HBC Hochschule Biberach  
IBiT | Institut für Bildungstransfer  
Karlstraße 11  
D-88400 Biberach

[ibit@hochschule-bc.de](mailto:ibit@hochschule-bc.de)  
[www.hochschule-biberach.de](http://www.hochschule-biberach.de)

Gefördert  
durch



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LÄNDLICHEN RAUM  
UND VERBRAUCHERSCHUTZ